

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-032674

(43)Date of publication of application : 31.01.2003

(51)Int.Cl.

H04N 7/18
G06T 1/00
G06T 3/00
G06T 3/20
G06T 7/20

(21)Application number : 2001-215318

(71)Applicant : EMAKI:KK

(22)Date of filing : 16.07.2001

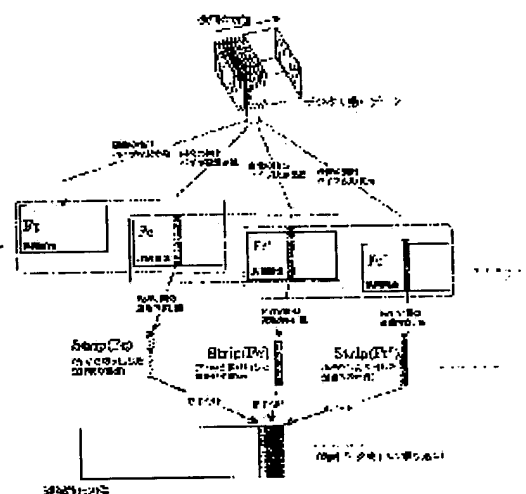
(72)Inventor : AKIZUKI NAOMICHI
YOSHIDA NAOKI
AGUS SUHARNO

(54) SYSTEM FOR GENERATING AUTOMATICALLY CONTINUOUS DEVELOPMENT STILL IMAGE VIDEO IMAGE OF INNER WALL OF TUBULAR OBJECT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To generate automatically a seamless continuous development still image having scarcely any distortion from the photographed video image of the inner wall of a tunnel (tubular conduit) by a video camera.

SOLUTION: The system for generating automatically and achievably a continuous development still image from the video images of the inner wall of a tubular object has a digital-image-taking-in means for taking in as digital image data the video image data from a recording medium wherein the video of the inner wall of the tubular object are recorded; a pipe-projection converting means for creating the circumferential development of the inner wall of the tubular object every frame of the taken-in digital image data; a mosaicking processing means for performing the mosaicking processing to the created developments of the respective frames by the pipe-projection converting means so as to convert them into a seamless continuous development still image; an image-data compressing means for compressing the development still image data; and a compressed-image-data storing means for storing therein the compressed image data obtained by compressing the development still image data.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

06.01.2006

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2003-32674
(P2003-32674A)

(43)公開日 平成15年1月31日(2003.1.31)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
H 0 4 N 7/18		H 0 4 N 7/18	K 5 B 0 5 7
G 0 6 T 1/00	3 0 0	G 0 6 T 1/00	3 0 0 5 C 0 5 4
	4 0 0		4 0 0 J 5 L 0 9 6
			1 0 0
	1 0 0		

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願2001-215318(P2001-215318)

(22)出願日 平成13年7月16日(2001.7.16)

(71)出願人 501257196

株式会社 エマキ

福島県会津若松市追手町5-36

(72)発明者 秋月 直道

福島県会津若松市追手町5-36 株式会社
エマキ内

(72)発明者 吉田 直己

福島県会津若松市追手町5-36 株式会社
エマキ内

(74)代理人 100078776

弁理士 安形 雄三 (外2名)

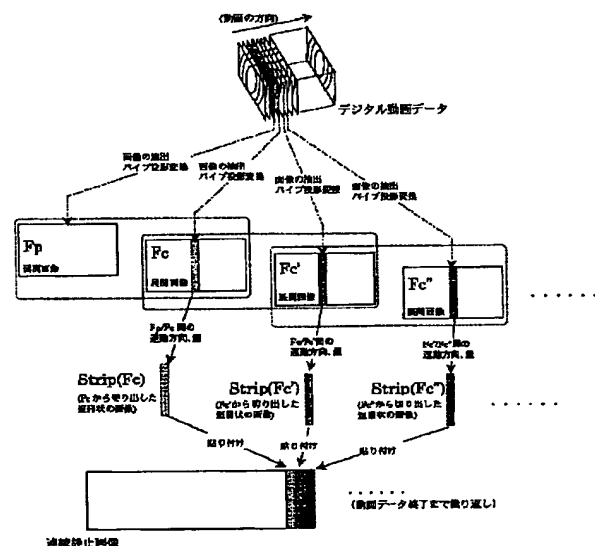
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステム

(57)【要約】 (修正有)

【課題】ビデオカメラで撮影したトンネル(管渠)内壁のビデオ画像から、繋ぎ目がなく歪みの少ない連続した展開静止画像を自動的に生成する。

【解決手段】管状物内壁のビデオ画像データが記録された記録媒体から該ビデオ画像データをデジタル画像データとして取り込むデジタル画像データ取り込み手段と、取り込まれたデジタル画像データの1フレームごとに管状物内壁の周方向の展開図を作成するパイプ投影変換手段と、パイプ投影変換手段により作成された各フレームの展開図に対してモザイク処理を行い、連続した繋ぎ目のない展開静止画像データに変換するモザイク処理手段と、展開静止画像データを圧縮する画像データ圧縮手段と、展開静止画像データを圧縮して得られた圧縮画像データを格納するための圧縮画像データ格納手段とを有するシステムによって達成される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステムであって、該システムは、管状物内壁のビデオ画像データが記録された記録媒体から該ビデオ画像データをデジタル画像データとして取り込むデジタル画像データ取り込み手段と、取り込まれた前記デジタル画像データの 1 フレームごとに管状物内壁の周方向の展開図を作成するパイプ投影変換手段と、前記パイプ投影変換手段により作成された各フレームの展開図に対してモザイク処理を行い、連続した

10 繋ぎ目のない展開静止画像データに変換するモザイク処理手段と、前記展開静止画像データを圧縮する画像データ圧縮手段と、前記展開静止画像データを圧縮して得られた圧縮画像データを格納するための圧縮画像データ格納手段とを有し、前記モザイク処理手段が、各フレームごとに展開図のストリップを切り出して繋げるモザイク処理手段であることを特徴とする、管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、管状物の内壁の検査を行う為に、内壁のビデオ画像の 1 フレームから管の周方向の展開図を作成し、それをモザイク処理によって管の長手（中心軸）方向に繋ぎ合わせることに

【0002】

【従来の技術】管状物（例えばトンネル、下水道等）の内壁の調査は、従来、現場における人間による直接観

察、それに伴うスケッチ等により行われていたが、これはいわゆる 3K（きつい、汚い、危険）作業であり、多くの人手と時間を要するだけではなく、不具合箇所を正確に特定することが困難であった。

【0003】そこで、かかる管内作業から人間を解放するために、カメラによって撮影した画像をもとにして調査を行う方法がいくつか提案されている。

【0004】例えば、特開平 6-42300 号公報に開示されているのは、曲面鏡を用い、それに映ったトンネル壁面をカメラで撮影したトンネル周方向の画像をカメラの移動距離に応じて並べてトンネルの展開画像を得る方法であるが、これはトンネルの断面形状に合わせて曲面鏡の形状設計及びカメラのレンズの光学設計を行わなければならないが、トンネルの断面形状は一定ではないため、設計作業が複雑になるという問題がある。また、進行方向のある位置におけるトンネルの周方向を曲面鏡に映し、これを 1 台のカメラで撮影したものであるため、画像の分解能が低くなるという欠点もある。

【0005】また、曲面鏡に映した画像を撮影するのではなく、直接断面形状を撮影するために、トンネル内に設置した回転装置にラインセンサカメラを取り付け、トンネル壁面周方向にスキャニングしてトンネル壁面画像を取得し、トンネル軸方向に所定距離移動した後に同様の撮影を繰り返すことにより得られた画像を繋ぎ合わせてトンネル軸方向の連続した展開画像を得る方法も提案されている。例えば、特開平 11-294065 号公報、特開平 11-81879 号公報である。これらは、特殊でかつ高価なカメラを使用するもので、撮影時間も長くなるという欠点がある。

【0006】さらには、前述の如く 1 台のカメラを軸方向に回転させて、所定の角度毎に数回に分けて撮影するのではなく、トンネルのほぼ中心部に 4 台のラインセンサカメラをそれぞれ異なる方向に向けてセットし、トンネルの壁面の全周を 4 つに分割して撮影する方法が提案されている。例えば、特開 2001-43353 号公報に記載されたものである。しかし、この方法は、4 台の広角度の高価なカメラを必要とし、カメラの位置、方向、移動速度など、4 台のカメラの撮影条件を調整するのが極めて面倒であるという問題がある。

40 【0007】以上のような問題を緩和する方法として、トンネルの軸方向に移動するビデオカメラを用いて撮影したトンネル内壁の画像（ドーナツ状に写っている）の 1 フレームごとに周方向の展開図を作成し、それを進行方向（軸方向）複数枚繋げてトンネル軸方向の連続した展開画像を得る方法が提案されている。例えば、特開平 11-66316 号公報に開示されているものである。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、これには次のような問題がある。すなわち、（1）カメラの姿勢制御、位置情報取り込み等の複雑な手順を必要とす

る。

【0009】これは、コンピュータが映像情報をすべて数値として取り扱うため、時間の変化を伴う連続的な映像を高品位に処理する上で、画像のブレの要素となるカメラの姿勢情報及び位置情報が数値として正確にフィードバックされる必要があるためである。

【0010】このため、カメラ側に姿勢情報を取得可能なセンサ（重力センサ、ジャイロセンサ等）を搭載してそれらのデータを同時取得する必要がある、特殊なカメラ装置が必要となる。さらに、位置情報または走行距離データ（ケーブル送出量）を補足するセンサを搭載し、文字発生器により画面上にスーパーインポーズしている。この位置情報または走行距離データを取得するために、インポーズされている文字を文字認識する必要がある。しかしながら、文字認識処理を行うことは多大な労力を要するだけでなく、誤認識によるデータ欠落の危険性がある。

【0011】（2）フレーム同士を単に接続するだけなので、シームレス（繋ぎ目の無い）なモザイク画像が得られない。

【0012】（3）フレーム同士を単に接続するだけなので、撮影移動速度が一定でないと、フレーム間において画像の横（長手方向）方向の大きさが一定せず、ゆがんだ画像となる。

【0013】（4）すべてのフレームを用いてモザイクキングを行うと、同一箇所の画像においてゆがんだ部分とゆがんでいない部分が重なってしまうため、展開図に使用する画像と、使用しない画像とを人の目で選別して行う必要がある。このため、モザイクキングが自動的にできず、時間がかかる。

【0014】そこで、本発明は、かかる従来技術の問題点を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、汎用の（家庭用の）ビデオカメラで撮影したトンネル（管渠）内壁のビデオ画像の 1 フレームから管の周方向の展開図を作成し、それをモザイクキング処理によって管の長手（中心軸）方向に繋ぎ合わせることで、繋ぎ目がなく歪みの少ない連続した展開静止画像を自動的に生成するシステムを提供することにある。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記の課題を解決するためになされたもので、本発明の上記目的は、管状物内壁のビデオ画像データが記録された記録媒体から該ビデオ画像データをデジタル画像データとして取り込むデジタル画像データ取り込み手段と、取り込まれた前記デジタル画像データの 1 フレームごとに管状物内壁の周方向の展開図を作成するパイプ投影変換手段と、前記パイプ投影変換手段により作成された各フレームの展開図に対してモザイクキング処理を行い、連続した繋ぎ目のない展開静止画像データに変換するモザイクキング処理手段と、前記展開静止画像データを圧縮する画像データ

圧縮手段と、前記展開静止画像データを圧縮して得られた圧縮画像データを格納するための圧縮画像データ格納手段とを有し、前記モザイクキング処理手段が、各フレームごとに展開図のストリップを切り出して繋げるモザイクキング処理手段であることを特徴とする管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステムによって達成される。

【0016】また、本発明の上記目的は、管状物内壁のビデオ画像データが記録された記録媒体から該ビデオ画像データをデジタル画像データとして取り込むデジタル画像データ取り込み手段と、取り込まれた前記デジタル画像データの 1 フレームごとに管状物内壁の周方向の展開図を作成するパイプ投影変換手段と、前記パイプ投影変換手段により作成された各フレームの展開図に対してモザイクキング処理を行い、連続した繋ぎ目のない展開静止画像データに変換するモザイクキング処理手段と、前記展開静止画像データを圧縮する画像データ圧縮手段と、前記展開静止画像データを圧縮して得られた圧縮画像データを格納するための圧縮画像データ格納手段と、該圧縮画像データ格納手段に前記圧縮画像データを格納してデータベースを作成するためのデータ登録手段とを有し、前記モザイクキング処理手段が、各フレームごとに展開図のストリップを切り出して繋げるモザイクキング処理手段であることを特徴とする、管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステムによって、より効果的に達成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して説明する。

【0018】図 1 は、本発明のシステムの構成の一例を示す図であり、パソコン 30 は本システムの中心となるものであり、デジタル変換／ビデオ画像データ取込手段 31 と、パイプ投影変換／モザイクキング処理手段 32 と、静止画像編集手段 33 と、データ圧縮手段 34 と、データ登録手段 35 と、処理プログラム 36 とから構成されている。

【0019】前記パソコン 30 に接続されているビデオデッキ 21 はビデオ画像データ読み込み手段 20 の一例であり、図示しないビデオカメラによって撮影され、ビデオ画像データ記憶媒体 10 の一例であるビデオテープ 11 に記録された管状物内壁のビデオ画像データを読み込んで前記パソコン 30 にデータ信号として送るためのものである。

【0020】また、前記パソコン 30 に接続された CD-R/RW ドライブ 41 及びハードディスク 42 は圧縮画像データ格納手段 40 の一例であり、さらには、プリンタ 51 は作成された展開静止画像を印刷出力するためのデータ出力手段 50 の一例を示すものである。

【0021】ここで、ビデオデッキ 21 がデジタルビデオデッキである場合は、ビデオ画像データはデジタル信

号のまま、例えばIEEE1394等のインタフェースを用いてパソコン30に取り込まれる。パソコン30がマイクロソフト社のWindows対応であれば、データはAVI形式(Audio Video Interleave)で内部のメモリに一時格納される。また、ビデオデッキ21がアナログ方式(例えばS-VHS方式)であれば、前記デジタル変換/ビデオ画像データ取込手段31に例えばビデオキャプチャボードを使用することにより、アナログ画像データをデジタル画像データに変換してパソコン30に取り込むことができる。

【0022】パイプ投影変換/モザイク処理手段32は、取り込まれたビデオ画像データから展開静止画像を作成するものであり、専用のソフトウェアによって行われる。このモザイク処理には、特許協力条約(以下「PCT」という。)第21条の規定によって国際公開された国際出願の国際公開公報(WO 98/34195)に開示されているモザイク処理方法を利用することができる。

【0023】静止画像編集手段33は、モザイク処理によって得られたパノラマ画像に対して、色彩、コントラスト、明るさ等の画質調整を行うものであり、市販の画像編集ソフトが使用できる。例えば、アドビシステムズ社の「Adobe Photoshop」(同社の登録商標)が利用可能である。

【0024】データ圧縮手段34は、画像のデータベース化のために画像サイズを小さくする必要があるため、圧縮するためのものである。本実施例では圧縮はソフトウェアで行い、代表的な圧縮画像ファイル形式として、JPEG、GIF、TIFF形式等がある。

【0025】データ登録手段35は、静止画像の検索を容易とするため、データベース化する際に、撮影対象名称、撮影場所、撮影時期、登録年月日等を付随データとして付加するためのものである。市販のデータベースソフトが使用できる。例えば、米マイクロソフト社の「Microsoft Access」(同社の登録商標)が利用できる。

【0026】処理プログラム36は、前記パソコン30に前記各手段の持つ機能を果たさせるための役割を担うものである。

【0027】図2は、前記処理プログラム36によってパソコン30が行う作業のフローチャートを表したものである。以下、図2を参照して説明する。

【0028】まず、ステップS201において撮影されたビデオテープから、ビデオデッキによって画像データを読み取り、それがアナログデータである場合は、ステップS203においてデジタルデータに変換する。ステップS202において、もし初めからデジタルデータである場合は、そのままデジタルデータとしてパソコン内に取り込み、デジタル動画ファイル形式(例えばAVI形式)でハードディスクに保存する(ステップS204)。

【0029】次に、ステップS205において、画像データ

の1フレームごとにパイプ投影変換を行って展開図を作成し、それをモザイクソフトにより前記展開図からストリップ(短冊状の画像)を切り出して繋げるモザイク処理を行う。図3は、ステップS205における処理のフローチャートを表したものであり、図4はその概念図である。

【0030】ステップS206において静止画像データ(例えば、BMPファイル形式)としてハードディスクに保存する。次に、必要であれば、ステップS207において画像編集ソフトで画質の調整を行う。必要でなければ、ステップS208に移行し、画像圧縮を行い、圧縮画像データとして保存する。ファイル形式は、JPEG、GIF、TIFF等である。

【0031】次に、ステップS209において、前記圧縮画像データに、撮影対象名称、撮影場所、撮影時期、登録年月日等のデータを付加するデータ登録を行った上で、ステップS210にて、内部のハードディスクや、外部のCD、MO等の圧縮画像データ格納手段にデータを格納して、データベース化が完了する。

【0032】図3は、上述のステップS205における処理のフローチャートを表したものであり、本発明の中心部分をなすものである。これを詳細に説明する。

【0033】まず、ステップS301において、デジタル動画データから最初のフレームの画像を抜き出し、ステップS302において、前記の抜き出した画像をパイプ投影変換し、展開画像を作成する。この展開画像をFpとする。

【0034】ここに、パイプ投影(Pipe Projection)とは、図5に示すように画像面(内壁面がドーナツ状に映っている)を画像面と交差する3次元の円筒上に投影し、投影した円筒の一部を長方形の画像に展開することを行う。展開図作成の原理は次の通りである。

【0035】まず、画像の3次元の円筒(以下「パイプ」とする)への投影を考える。画像とパイプの関係を図6のように設定する。パイプを撮影した画像をIとし、パイプの半径をRとする。このパイプの軸はカメラの光学的中心Oおよび焦点C(cx, cy)を通るように選ばれる(ここでは簡単のため、絶対座標系のZ軸とパイプの軸は平行であると考え)。fcは焦点距離である。画像I上の各画像点P(x, y, fc)はパイプ上の対応する点Qの上に投影される。点QはOおよびPと同じ直線上にある。また、点Lをパイプの軸上の点Qの投影とし、kをLからOの距離とする。また、LとQを結ぶ線と絶対座標系のX軸に平行でかつ点Lを通る線分との間の角度をαとする。このとき、パイプ上の点Qは以下の式(1)で表すことができる。

【0036】

$$Q(Qx, Qy, Qz) = (R \cos \alpha, R \sin \alpha, k) \cdots \cdots (1)$$

また、点Qに対する画像面の中点Pはfc, kを用いて以下の式(2)で表すことができる。

【0037】

$$P(x, y, fc) = (fc/k \cdot Qx, fc/k \cdot Qy, fc) \cdots \cdots (2)$$

これらをまとめ、点Pは fc, k, R, α に関する以下の式 *

$$P(x, y, fc) = (fc/k \cdot R \cos \alpha, fc/k \cdot R \sin \alpha, fc) \cdots \cdots (3)$$

図7は実際の展開の様子を図示したものである。展開画像の幅は、展開前の画像Iに写っているパイプの半径RとRmin、焦点距離fcを用いて「 $fc \cdot (R - Rmin) / Rmin$ 」という式で算出する（ここでRminとは「展開対象のパイプ最小半径」を意味する。パイプ投影を行う際、展開対象がパイプの中心に近ければ近いほど実際の撮影距離は遠くなり、展開時の解像度が低下する。このためにRminを適切な値に設定して展開を行う必要がある。）。また、展開画像の高さはパイプの半径Rの円周の長さ（ $2\pi R$ ）と等しい。ここで、展開画像上の任意の点を $P(x, y)$ とすると、パイプ投影はそれぞれのPに対応する画像I上の点 P' を求め、点 P' のピクセルデータをコピーすることで実現可能である。展開画像の左端のピクセルは画像Iの半径Rの円周上のピクセルに対応し、展開画像右端のピクセルは画像Iの半径Rminの円周上のピクセルに対応する。

【0039】図8はパイプ投影変換をコンピュータを用いて処理するためのフローチャートの一例を示すものであるが、説明は省略する。

【0040】次に、ステップS303において、デジタル動画データから2番目のフレームの画像を抜き出し、ステップS304において、該抜き出した画像をパイプ投影変換し、展開画像を作成する。この展開画像をFcとする。

【0041】次に、ステップS305において、FpとFcの間における画像の運動量及び運動方向を計算によって求める。尚、FpとFcとの間の運動量及び運動方向の計算は、本実施例においては、「オプティカルフローの拘束式」というアルゴリズムを使用しているが、本発明はこのアルゴリズムに限定されるものではない。

【0042】次に、ステップS306において、算出した運動量を基にして、Fcから短冊状の画像（以下「ストリップ」という。このストリップは画像の中で最も歪みの少ない箇所から切り出されるが、通常は画像の中央部分になる。）を切り出し、算出した運動方向に沿って作成対象の静止画像に貼り合わせる。これをモザイク処理という。切り出すストリップの幅は、運動量が大きければ太くなり、運動量が小さければ細くなる。運動方向のデータは、前後の画像を貼り合わせる際の位置合わせに使用される。

【0043】このように、本発明においては、画像データから計算によって画像の運動量や方向を求めることができるため、カメラの姿勢情報を取得する必要がなくなり、従来例のように特殊なカメラを必要としない。また、運動量に応じて切り出すストリップの幅を調整しているため、撮影の際に一定の速度でカメラを移動させる必要がなくなり、特殊な撮影技術・装置を必要とせず、

* (3) で表すことができる。

【0038】

撮影時間が短縮される。

【0044】次に、現在の展開画像（2番目の画像）FcをFpとし（ステップS308）、ステップS303に戻り、3番目のフレームの画像を抜き出し、ステップS304において、該抜き出した画像をパイプ投影変換し、展開画像を作成する。この展開画像をFcとする。

【0045】次に、ステップS305において、同様に、FpとFcの間における画像の運動量及び運動方向を計算によって求める。

【0046】次に、ステップS306において、算出した運動量を基にして、Fcからストリップを切り出し、算出した運動方向に沿って、直前のストリップに貼り合わせる。

【0047】以降、画像データが無くなるまで、この工程を繰り返す（図4）。

【0048】画像データのすべてのフレームについて、パイプ投影変換／モザイク処理が終わると、ステップS309に移り、作成された展開静止画像ファイルは、静止画像データとして一旦コンピュータ30のハードディスクに保存される（図2のステップS206）。

【0049】

【発明の効果】以上のように、本発明に係る管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステムによれば、画像データから計算によって画像の運動量や方向を求めることができるため、カメラの姿勢情報を取得する必要がなくなり、従来例のように特殊なカメラを必要とせず、また、運動量に応じて切り出すストリップの幅を調整しているため、撮影の際に一定の速度でカメラを移動させる必要がなくなり、特殊な撮影技術・装置を必要とせず、撮影時間が短縮されるという効果がある。

【0050】また、全フレームをモザイク処理の対象としてプログラムによって自動的に展開静止画像を作成するため、モザイク処理を行うフレームの選別を必要とせず、モザイク処理の時間が短縮されるという効果がある。

【0051】またさらに、フレーム画像の中の歪みの最も少ない部分のストリップのみを貼り合わせるモザイク処理方法を採用しているため、歪みの少ない連続した展開静止画像を作成することが出来、正確な管状物の内壁の状態の検査を行うことができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る、管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステムの構成の一例を示す図である。

【図2】本発明に係る、管状物内壁のビデオ画像から連

続した展開静止画像を自動生成するシステムのフローチャートの一例である。

【図 3】パイプ投影変換／モザイク処理のフローチャートの一例である。

【図 4】本発明に係る、管状物内壁のビデオ画像から連続した展開静止画像を自動生成するシステムにおけるモザイク処理の概念を示す図である。

【図 5】パイプ投影の概念を示す図である。

【図 6】パイプ投影変換の原理を説明するための図である。

【図 7】パイプ投影変換による展開図作成を説明するた

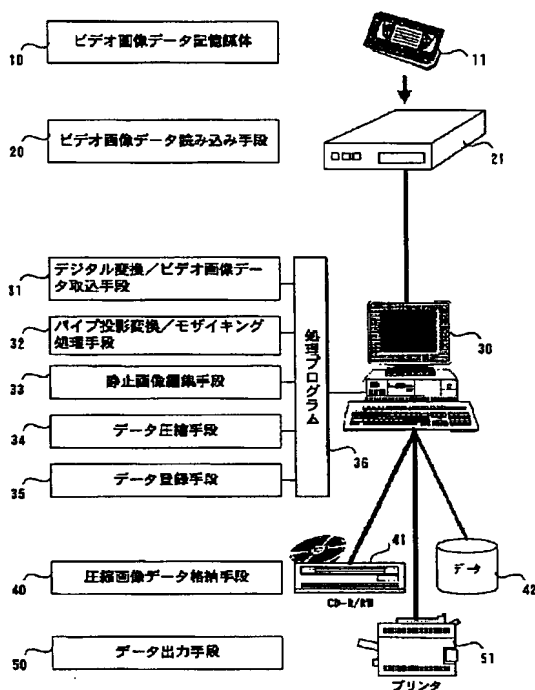
めの図である。

【図 8】パイプ投影変換により展開図を作成するためのフローチャートの一例である。

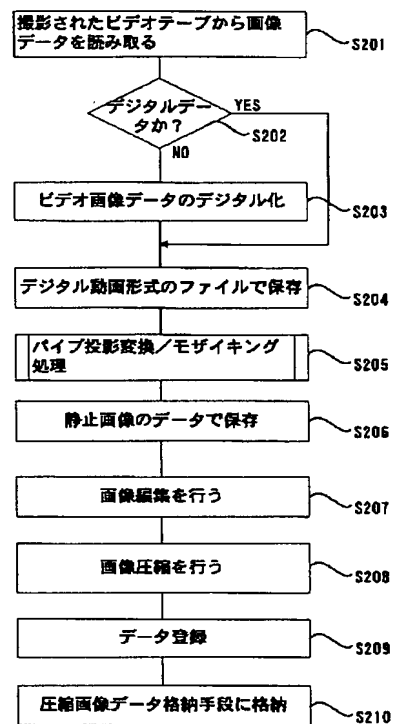
【符号の説明】

- 11 ビデオテープ
- 21 ビデオデッキ
- 30 パソコン
- 41 CD-R/RWドライブ
- 42 ハードディスク
- 51 カラープリンタ

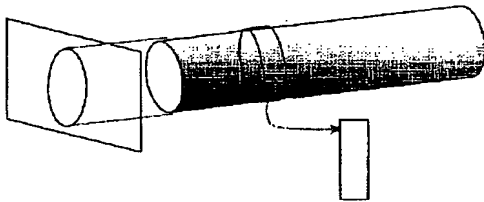
【図 1】



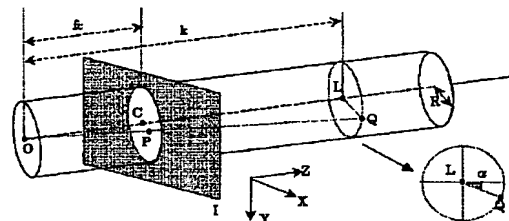
【図 2】



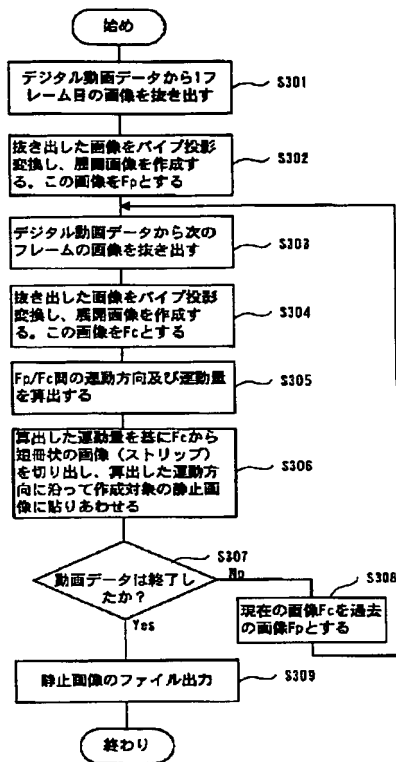
【図 5】



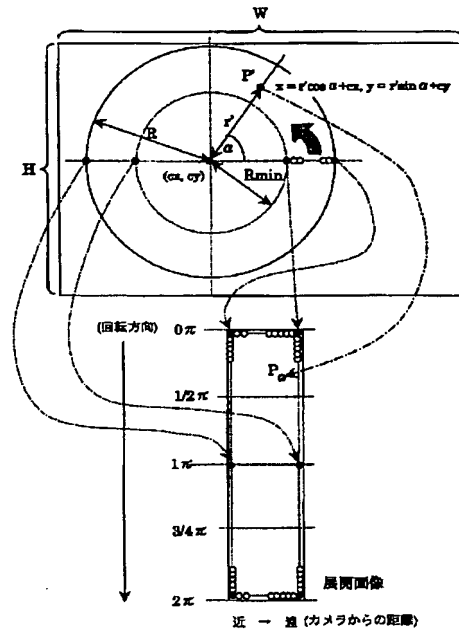
【図 6】



【図3】



【図7】



【図 4】

